

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-168331

(43)Date of publication of application : 14.06.1994

(51)Int.Cl.

G06F 15/70

(21)Application number : 04-320701

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 30.11.1992

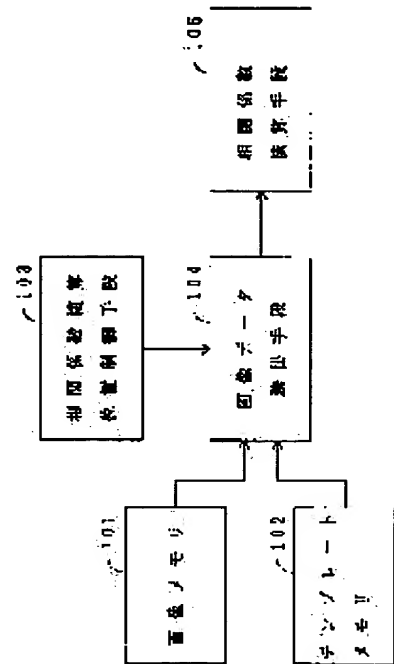
(72)Inventor : MIYAJI SHIN  
YASUTOMI FUMIO

## (54) PATTERN MATCHING METHOD

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a pattern matching method capable of accurately detecting the position of an object within a short time even when another object similar to the object concerned exists in a photographed picture.

CONSTITUTION: A photographed picture is stored in a picture memory 101 and a reference picture is stored in a template memory 102. A correlation coefficient computing position control means 103 determines a relative position between the photographed picture and the template picture to compute a correlation coefficient between both the pictures. A picture data reading means 104 reads out a partial picture in the photographed picture which has the same size as the template picture from the memory 101 in accordance with an address specified by the means 103, reads out the template image from the memory 102 and sends the read contents to a correlation coefficient computing means 105. The means 105 computes a normalized correlation coefficient between the sent partial picture out of the photographed picture and the template picture.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.12.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 23.03.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-168331

(43)公開日 平成6年(1994)6月14日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 6 F 15/70

識別記号

4 5 5 A 8837-5L

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-320701

(22)出願日 平成4年(1992)11月30日

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 宮治 伸

大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋  
電機株式会社内

(72)発明者 安富 文夫

大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋  
電機株式会社内

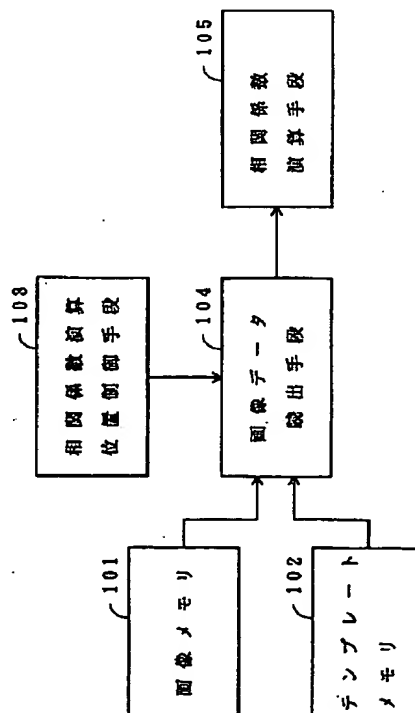
(74)代理人 弁理士 西野 卓嗣

(54)【発明の名称】 パターンマッチング方法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 撮影画像内に対象物の類似物が存在する場合でも、短時間にかつ正確に対象物の位置を検出できるパターンマッチング方法を提供する。

【構成】 撮影画像は画像メモリ101に格納され、テンプレートメモリ102には基準画像が記憶されている。相関係数演算位置制御手段103は、撮影画像とテンプレート画像との相関係数の演算を行う両画像の相対位置を決定する。画像データ読出手段104は、相関係数演算位置制御手段103によって指定されたアドレスに応じて、画像メモリ101から撮影画像中のテンプレート画像と同じ大きさの部分画像を読み出すとともにテンプレートメモリ102からテンプレート画像を読出して相関係数演算手段105に送る。相関係数演算手段105は送られてきた撮影画像の部分画像およびテンプレート画像との正規化相関係数を演算する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象物の撮影画像に対して基準画像を移動させて両画像のマッチング度を算出していくことにより、マッチング位置を探索するパターンマッチング方法において、

基準画像を所要の移動ステップ量ずつ移動させるごとに、撮影画像と基準画像とのマッチング度を演算していき、算出されたマッチング度が所定の第1基準値以上であるマッチング度演算位置のすべてを一次マッチング候補点とする第1ステップ、および、第1ステップによって検出された一次マッチング候補点を中心とする所定領域内において撮影画像と基準画像とのマッチング度が最大となる二次マッチング候補点を一次マッチング候補点ごとに順次探索していき、一次マッチング候補点に対する二次マッチング候補点が見つけれられる度に、見つけられた二次マッチング候補点のマッチング度が第2基準値以上であるか否かを判別し、当該二次マッチング候補点のマッチング度が第2基準値以上であるときには、当該二次マッチング候補点を真のマッチング位置と決定する第2ステップ、を備えていることを特徴とするパターンマッチング方法。

【請求項2】 上記第1ステップが、基準画像を所要の移動ステップ量ずつ移動させるごとに、撮影画像と基準画像とのマッチング度を演算していき、算出されたマッチング度が近傍のマッチング度演算位置でのマッチング度に対して最大でかつ所定の第1基準値以上であるマッチング度演算位置を一次マッチング候補点とする請求項1記載のパターンマッチング方法。

【請求項3】 上記第1ステップにおいては、基準画像が所定の縮小率で縮小された解像度の低い縮小基準画像と、同じ縮小率で縮小された解像度の低い撮影画像とに基づいて、マッチング度が演算される請求項1記載のパターンマッチング方法。

【請求項4】 上記第2ステップは、上記第1ステップによって検出された一次マッチング候補点のうち、マッチング度が高いものから順番に実行される請求項1記載のパターンマッチング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、撮像装置によって撮影された対象物の撮影画像と基準画像との相関をとることにより、対象物の存在位置を検出するパターンマッチング方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 工場での組立工程、検査工程等において、対象物を撮像装置によって撮影し、撮影画像と基準画像との相関をとることによって、対象物の位置を検出することが既に行われている。撮影画像と基準画像との相関度を算出する方法としては、濃淡画像を用いた正規

化相互相関法が知られている。この正規化相互相関法は、照明の変化等にも影響が少なく高精度の位置検出が可能であるが、演算回数が非常に多くなるという問題がある。

【0003】 そこで、本出願人は、演算回数を減少させる方法として、基準画像の自己相関関数またはこれに準じた関数の先鋭度が鈍くほど基準画像の移動ステップ量が大きくなるように移動ステップ量を決定し、決定された移動ステップ量ずつ基準画像を移動させるごとに相関係数を算出していき、相関係数が最大となる地点をマッチング候補点として選択し、選択したマッチング候補点を中心とする所定領域内において、撮影画像および基準画像を構成する画素の配列ピッチに応じた単位移動量で基準画像を移動させて相関係数を算出し、算出結果に基づいて真のマッチング位置を検出する方法を開発した。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本出願人が既に開発した方法では、撮影画像内に対象物の他、対象物に類似する類似物が存在する場合には、マッチング候補点の探索時の基準画像の移動ステップ量によっては、その類似物付近の相関係数演算点をマッチング候補点として誤検索してしまうことがある。そうすると、真のマッチング位置を検出できなくなる。

【0005】 この発明は、撮影画像内に対象物の類似物が存在する場合でも、短時間にかつ正確に対象物の位置を検出できるパターンマッチング方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 この発明によるパターンマッチング方法は、対象物の撮影画像に対して基準画像を移動させて両画像のマッチング度を算出していくことにより、マッチング位置を探索するパターンマッチング方法において、基準画像を所要の移動ステップ量ずつ移動させるごとに、撮影画像と基準画像とのマッチング度を演算していき、算出されたマッチング度が所定の第1基準値以上であるマッチング度演算位置のすべてを一次マッチング候補点とする第1ステップ、および第1ステップによって検出された一次マッチング候補点を中心とする所定領域内において撮影画像と基準画像とのマッチング度が最大となる二次マッチング候補点を一次マッチング候補点ごとに順次探索していき、一次マッチング候補点に対する二次マッチング候補点が見つけれられる度に、見つけられた二次マッチング候補点のマッチング度が第2基準値以上であるか否かを判別し、当該二次マッチング候補点のマッチング度が第2基準値以上であるときには、当該二次マッチング候補点を真のマッチング位置と決定する第2ステップを備えていることを特徴とする。

【0007】 上記第1ステップにおいて、基準画像を所要の移動ステップ量ずつ移動させるごとに、撮影画像と

基準画像とのマッチング度を演算していき、算出されたマッチング度が近傍のマッチング度演算位置でのマッチング度に対して最大でかつ所定の第1基準値以上であるマッチング度演算位置を一次マッチング候補点とするようにしてもよい。

【0008】また、上記第1ステップにおいては、基準画像が所定の縮小率で縮小された解像度の低い縮小基準画像と、同じ縮小率で縮小された解像度の低い撮影画像とに基づいて、マッチング度を演算するようにしてもよい。

【0009】上記第2ステップを、上記第1ステップによって検出された一次マッチング候補点のうち、マッチング度が高いものから順番に実行するようにすることが好ましい。

【0010】

【作用】第1ステップにおいては、基準画像を所要の移動ステップ量ずつ移動させるごとに、撮影画像と基準画像とのマッチング度が演算されていく。そして、算出されたマッチング度が所定の第1基準値以上であるマッチング度演算位置のすべてが一次マッチング候補点とされる。

【0011】第2ステップにおいては、第1ステップによって検出された一次マッチング候補点を中心とする所定領域内において撮影画像と基準画像とのマッチング度が最大となる二次マッチング候補点が、一次マッチング候補点ごとに順次探索されていく。そして、一次マッチング候補点に対する二次マッチング候補点が見つけれらる度に、見つけれられた二次マッチング候補点のマッチング度が第2基準値以上であるか否かが判別され、当該二次マッチング候補点のマッチング度が第2基準値以上であるときには、当該二次マッチング候補点が真のマッチング位置と決定される。当該二次マッチング候補点のマッチング度が第2基準値より小さい場合には、次の一次マッチング候補点に対して同様な処理が実行される。

【0012】

$$C_{ij} = \frac{\sum_{x=1}^L \sum_{y=1}^M \{A(x, y) - a_{AVE}\} \{B_{ij}(x, y) - b_{ijAVE}\}}{(a\sigma \cdot b\sigma_{ij})^{1/2}}$$

【0018】ただし、上記数式1における $a_{AVE}$ 、 $b_{ijAVE}$ 、 $a\sigma$ および $b\sigma_{ij}$ は、それぞれ次の数式2、3、4および5で表される。

【0019】

【数2】

$$b_{ijAVE} = \sum_{x=1}^L \sum_{y=1}^M \{B_{ij}(x, y)\} / L \cdot M$$

【0021】

【数4】

【実施例】図1は、パターンマッチング回路を示している。

【0013】パターンマッチング回路は、画像メモリ101、テンプレートメモリ102、相関係数演算位置制御手段103、画像データ読出手段104および相関係数演算手段105を備えている。

【0014】図示しない撮像装置によって撮影された撮影画像は画像メモリ101に格納される。撮影画像データは1画素8ビットのデジタルデータである。撮影画像の大きさは512×512画素であり、画像メモリ101は、512×512画素分の画像データ格納領域を有している。テンプレートメモリ102には基準画像（以下、テンプレート画像という。）が記憶されている。テンプレート画像の大きさはL×M画素であり、テンプレートメモリ102は、L×M画素分の画像データ格納領域を有している。LおよびMは512より小さい整数である。

【0015】相関係数演算位置制御手段103は、撮影画像とテンプレート画像との相関係数の演算を行う両画像の相対位置を決定する。画像データ読出手段104は、相関係数演算位置制御手段103によって指定されたアドレスに応じて、画像メモリ101から撮影画像中のテンプレート画像と同じ大きさの部分画像を読み出すとともにテンプレートメモリ102からテンプレート画像を読み出して相関係数演算手段105に送る。相関係数演算手段105は送られてきた撮影画像の部分画像およびテンプレート画像との正規化相関係数を演算する。

【0016】大きさがL×M画素のテンプレート画像A(x, y)と、撮影画像中のテンプレート画像と同じ大きさの部分画像 $B_{ij}(x, y)$  ( $1 \leq x \leq L$ ,  $1 \leq y \leq M$ )の正規化相関係数（以下、単に相関係数という） $C_{ij}$ は、次の数式1で表される。

【0017】

【数1】

$$a_{AVE} = \sum_{x=1}^L \sum_{y=1}^M \{A(x, y)\} / L \cdot M$$

【0020】

【数3】

$$a\sigma = \sum_{x=1}^L \sum_{y=1}^M \{A(x, y) - a_{AVE}\}^2$$

[0022]

[数5]

$$b\sigma_{ij} = \sum_{x=1}^L \sum_{y=1}^M \{B_{ij}(x, y) - b_{ijAVE}\}^2$$

[0023] 撮影画像のマッチング探索領域の大きさを  $X \times Y$  とすると、 $i, j$  は、次の数式6で表される。

[0024]

[数6]  $1 \leq i \leq X - L + 1$  $1 \leq j \leq Y - M + 1$ 

[0025] つまり、相関係数  $C_{ij}$  の計算領域は、 $1 \leq i \leq X - L + 1$ 、 $1 \leq j \leq Y - M + 1$  の範囲となる。したがって、仮に、マッチング探索領域  $(X, Y)$  内の全ての点について相関係数を求めようとすると、 $(X - L + 1) \times (Y - M + 1)$  個の相関係数  $C_{ij}$  を求めなければならない、長い演算時間を要することになる。

[0026] 次に、図1のパターンマッチング回路の動作について詳しく説明する。

[0027] まず、撮影画像とテンプレート画像との位置ずれに相当するデータ  $(i, j)$  (以下、参照点データという) とテンプレート画像のサイズ  $L, M$  に関する情報が、相関係数演算位置制御手段103から画像データ読出手段104に与えられる。次に、画像データ読出手段104によって、画像メモリ101から位置  $(i, j)$  を左上の角(参照点)とする  $L \times M$  の矩形領域内の画像データが1画素ずつ読み出されるとともにテンプレートメモリ102内の画像データが1画素ずつ読み出される。読み出された撮影画像の部分画像データおよびテンプレート画像データは、相関係数演算手段105に送られ、上記数式1に基づいて相関係数  $C_{ij}$  が計算される。

[0028] 図1のパターンマッチング回路によるパターンマッチング方法は、粗位置検出によってマッチング候補点の探索を行う粗位置検出処理と、精位置検出によってマッチング位置を探索する精位置検出処理とからなる。

[0029] 粗位置検出処理においては、参照点データ  $(i, j)$  は1ずつ増加されるのではなく、任意の方法により決定された  $X, Y$  方向のステップ量  $Xstep, Ystep$  を用いて、 $i = i + Xstep, j = j + Ystep$  などの  $(i, j)$  について相関係数が演算される。そして、各相関係数演算点のうち、近傍の相関係数に対して最も大きくかつ所定の第1基準値  $A_1$  以上である相関係数演算点のすべてが一次マッチング候補点として選択される。

[0030] 精位置検出処理においては、粗位置検出処理によって選択された一次マッチング候補点のうち、相関係数が大きい順に候補点を選択される。そして、選択された一次マッチング候補点の周囲の所定領域内で相

係数が最大となる二次マッチング候補点探索される。そして、二次マッチング候補点での相関係数が第2基準値  $A_2$  以上であるか否かが判別され、二次マッチング候補点での相関係数が第2基準値  $A_2$  以上である場合には、当該二次マッチング候補点が真のマッチング位置とされる。二次マッチング候補点での相関係数が第2基準値  $A_2$  より小さい場合には、次の一次点マッチング候補点について、同様な処理が実行される。

[0031] 粗位置検出処理におけるステップ量  $Xstep, Ystep$  は、たとえば次のようにして決定される。

[0032] 図2(a)に示すテンプレート画像の周囲に、図2(b)に示すように、テンプレート画像の平均濃度値を1画素幅分加えた  $(L+2) \times (M \times 2)$  の大きさの拡張画像が設定される。次に、拡張画像とテンプレート画像との相関係数が求められる。この相関係数は、テンプレート画像の自己相関係数に準じた関数となる。ここでは、テンプレート画像を拡張画像上の中心位置から上下左右および斜め方向へそれぞれ移動させることによって、図2(c)に示すように、 $C_{00}, C_{01}, C_{02}, C_{10}, C_{11}, C_{12}, C_{20}, C_{21}, C_{22}$  の合計9個の相関係数が求められる。ここで、 $C_{11}$  は拡張画像のうちテンプレート画像と全く同じ部分画像に対する相関係数であるので、 $C_{11} = 1$  となる。そして、次の数式7および数式8により、粗位置検出処理におけるステップ量  $Xstep$  および  $Ystep$  がそれぞれ求められる。但し、 $A$  は1.0未満の正の定数であって、たとえば  $A = 0.2$  に設定される。

[0033]

[数7]  $Xstep = (1.0 - A) / Xs$  $Xs = \{ (C_{11} - C_{10}) + (C_{11} - C_{12}) \} / 4$ 

[0034]

[数8]  $Ystep = (1.0 - A) / Ys$  $Ys = \{ (C_{11} - C_{01}) + (C_{11} - C_{21}) \} / 4$ 

[0035] 上記のステップ量  $Xstep$  および  $Ystep$  の算出方法の根拠を図3および図4を参照して説明する。

[0036] 図3(a)(b)に示す真円および縦長楕円を対象画像として、それぞれ撮影画像201、202およびテンプレート画像203および204を設定した場合、 $X$  軸方向の自己相関係数は、真円においては図3(c)のように比較的先鋭度が緩やかなカーブを示すが、縦長楕円においては図3(d)のように急峻な先鋭度のカーブを示す。したがって、縦長楕円のテンプレ

【0048】二次マッチング候補点の探索方法としては、一次マッチング候補点を中心とする所定領域内のすべての点について相関係数を演算し、相関係数が最大となる二次マッチング候補点を探索する方法、相関係数が

大きくなる方向に探索を行ういわゆる山登り法 (hill climbing)、その他の探索方法が用いられる。

【0049】一次マッチング候補点を中心とする所定領域内のすべての点について相関係数を演算し、相関係数が最大となる二次マッチング候補点を探索する方法では、たとえば、選択された一次マッチング候補点を中心とする大きさ $\pm(Xstep-1)$ 、 $\pm(Ystep-1)$ の領域内において、参照点データ $(i, j)$ が1ずつ(画素ピッチずつ)変更され、変更された参照点について相関係数が演算され、相関係数が最大となる二次マッチング候補点が探索される。

【0050】いわゆる山登り法を用いて二次マッチング候補点を探索する方法の一例について説明する。図6に示すように、たとえば $3 \times 3$ 画素に対応する矩形のマスク310を想定する。図6のマスク310内の数字は、マスク310の中心から見た方向を示している。今、たとえば撮影画像の一部が図7に示されるようなものであり、一次マッチング候補点が点P100であり、一次マッチング候補点P100に対する二次マッチング候補点がP102であるとする。

【0051】一次マッチング候補点P100に対する二次マッチング候補点の探索においては、図7に示すように、一次マッチング候補点P100が中心となるようにマスク310が撮影画像400に重ね合わされ、マスク310内の周囲の8点(方向1~8)での相関係数が演算される。そして、相関係数が最大となる方向1~8が求められる。ここでは、8つの相関係数のうち、二次マッチング候補点P102に最も近い方向8の点P101の相関係数が最大となる。

【0052】次に、点P101が中心となるようにマスク310が移動され、再度マスク310内の8点(方向1~8)での相関係数が演算される。この際、既に相関係数が演算されている点については、その演算が省略される。そして、相関係数が最大となる方向1~8が求められる。このような処理が繰り返して行われ、マスク310の中心点の相関係数がマスクの周囲の8つの点の相関係数より大きくなれば、その点が二次マッチング候補点P102となる。

【0053】上記実施例では、粗位置検出処理において、ステップ量 $Xstep$ 、 $Ystep$ の間隔で存在する点について相関係数が計算され、これらの点の中で相関係数が近傍の相関係数値に対して最大でかつ第1基準値 $A_1$ 以上の点が一次マッチング候補点とされているが、このようにして求められた一次マッチング候補点を中心としてステップ量 $Xstep$ 、 $Ystep$ を $1/2$ に縮小しながら探索を進め、相関係数がより大きな点を一次マッチング候補点とするようにしてもよい。

【0054】上記実施例によれば、粗位置検出処理において一次マッチング候補点が探索され、その後一次マッチング候補点についての精位置検出処理が行われて二

次マッチング候補点の探索が行われ、二次マッチング候補点が求められるごとにその二次マッチング候補点が真のマッチング位置か否かの判別が行われ、真のマッチング位置と判別されたときには処理が終了するので、無駄な探索処理が少なくなり、処理時間が短縮する。

【0055】また、一次マッチング候補点に対して二次マッチング候補点が求められても、直ちにこの点を真のマッチング位置と決定することなく、第2基準値 $A_2$ を用いて、二次マッチング候補点が真のマッチング位置か否かの判別が行われているので、撮影画像内に対象物と類似する類似物が存在する場合でも、類似物の検出位置を対象物の検出位置として誤って検出するといったことが防止され、対象物の位置を正確に検出することができる。

【0056】なお、上記実施例では、テンプレート画像および撮影画像をそのまま用いて相関係数の演算を行っているが、粗位置検出処理において、テンプレート画像を縮小した解像度の低い縮小テンプレート画像と、画像メモリ101に記憶されている撮影画像を同じ縮小率で縮小した解像度の低い撮影画像とを用いて相関係数を演算するようにしてもよい。

【0057】すなわち、テンプレート画像を所定の縮小率で縮小した解像度の低い縮小テンプレート画像を作成して、あらかじめ縮小テンプレートメモリに記憶させておく。そして、粗位置検出処理においては、縮小テンプレートメモリから縮小テンプレート画像を読み出すとともに画像メモリ101からは、撮影画像データをX方向およびY方向に上記縮小率に応じたスキップ量でスキップしながら読み出して相関係数を演算する。静位置検出処理においては、テンプレートメモリ102から縮小されていないテンプレート画像を読み出すとともに画像メモリ101から撮影画像データをスキップすることなく読み出して相関係数を演算する。このようにすると、粗位置検出処理における処理時間がさらに短縮化される。

【0058】

【発明の効果】この発明によれば、撮影画像内に対象物の類似物が存在する場合でも、短時間にかつ正確に対象物の位置を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、パターンマッチング回路の電氣的構成を示す電気ブロック図である。

【図2】図2は、粗位置検出処理におけるステップ量決定方法を説明するための説明図である。

【図3】図3は、真円画像および縦長楕円画像の自己相関関数を説明するための説明図である。

【図4】図4は、直線近似された自己相関関数を示すグラフである。

【図5】図5は、撮影画像およびテンプレート画像の一例を示す模式図である。

【図6】図6は、いわゆる山登り法を説明するために用

いられるマスクを示す模式図である。

【図7】図7は、いわゆる山登り法による探索過程を説明するための説明図である。

【符号の説明】

101 画像メモリ

102 テンプレートメモリ

103 相関係数演算位置制御手段

104 画像データ読出手段

105 相関係数演算手段

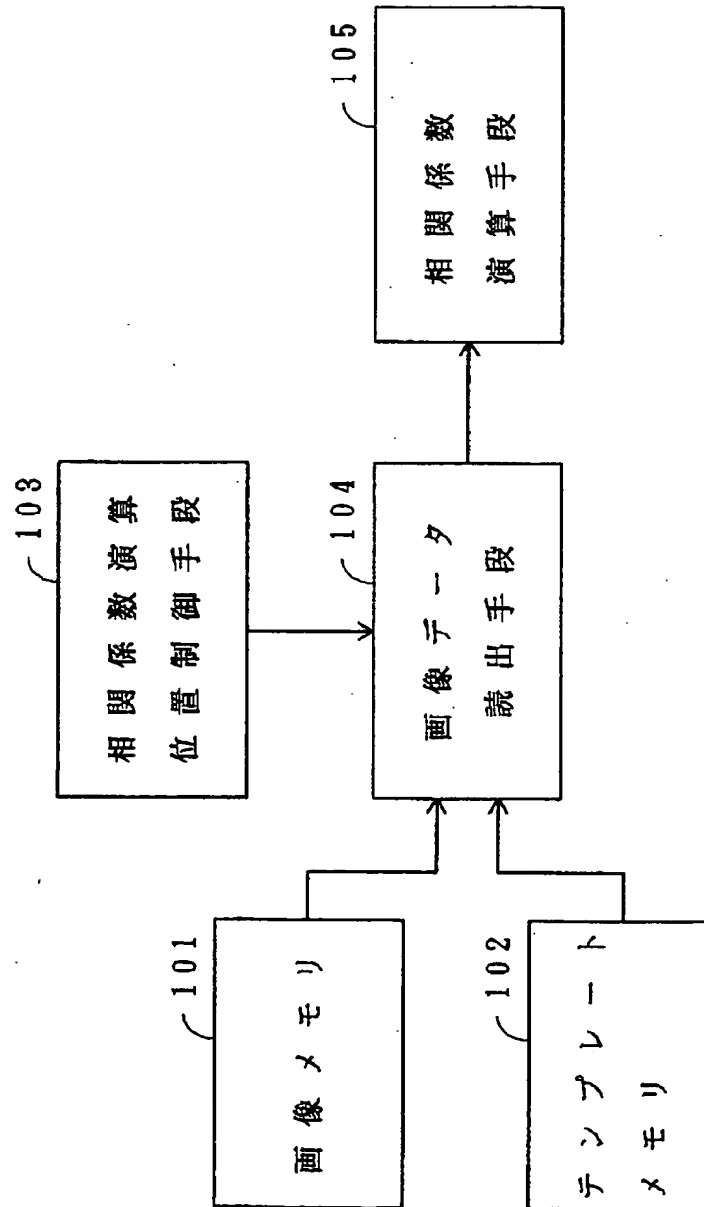
301 撮影画像

302 テンプレート画像

303 対象物

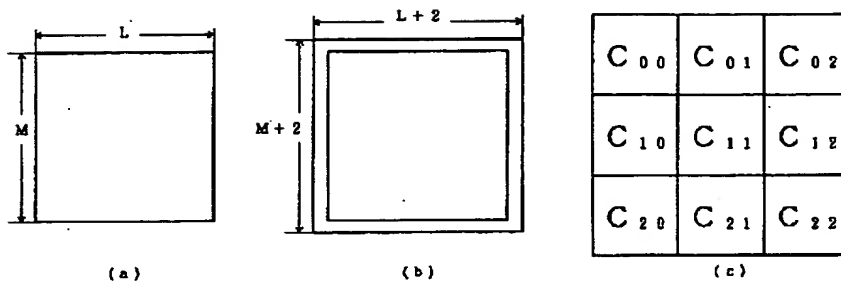
304 類似物

【図1】

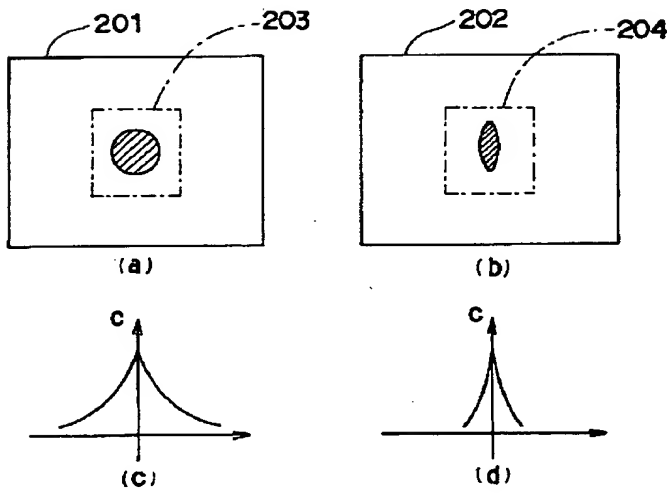




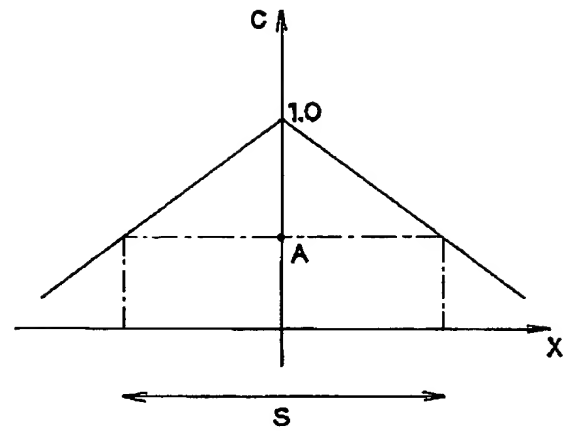
【図2】



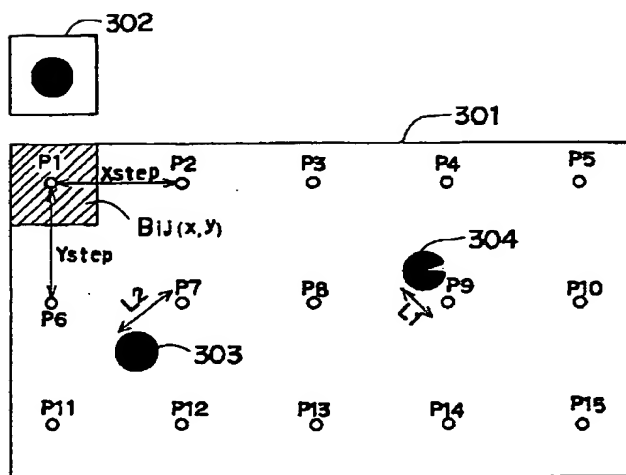
【図3】



【図4】



【図5】

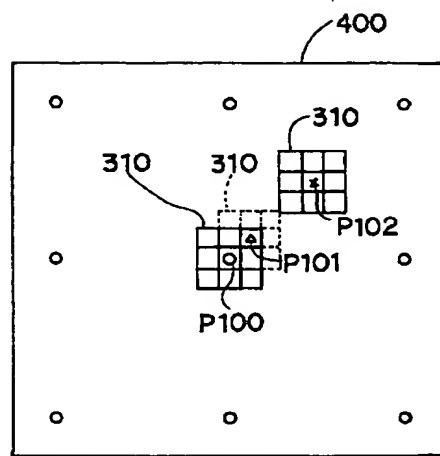


【図6】

310

6	7	8
5	0	1
4	3	2

【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**